

# L'UOMO: TRA CRISI E VALORIZZAZIONE

*Durante la Seconda Guerra Mondiale divenne fondamentale eludere, accecare o comunque ingannare l'aviazione nemica: in tal senso furono utilizzati i "radar" che come tutti sappiamo emettono fasci di "onde elettromagnetiche".*

## FISICA

(Elettromagnetismo: Onde elettromagnetiche)

---

### Elettromagnetismo

**L**e forze elettriche e magnetiche sono prodotte dalle **cariche elettriche** che sono di due tipi : cariche elettriche **positive** e **negative**. I protoni, assieme ai neutroni (elettricamente neutri), costituiscono il nucleo degli atomi, mentre gli elettroni, molto più leggeri, ruotano attorno al nucleo atomico. Sottolineiamo subito il fatto che la **forza magnetica** è prodotta dalle **cariche elettriche in moto**, per cui il magnetismo non è una forza separata dall'elettricità. Forza elettrica e magnetica sono due aspetti apparentemente diversi di un'unica forza, la forza elettromagnetica.

Nella seconda metà dell'800, il grande fisico inglese **Maxwell riassunse** la descrizione di tutti i **fenomeni elettromagnetici** noti in sole **4 equazioni**.



*James Clerk Maxwell*

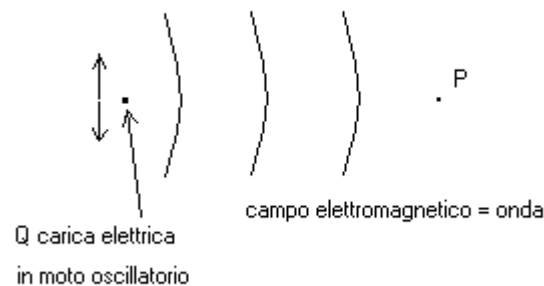
Questa mirabile sintesi rappresenta una delle tappe più importanti del pensiero scientifico di tutti i tempi.

Le 4 equazioni di Maxwell sono basate sui presupposti della meccanica classica (i concetti di punto materiale, di traiettoria continua ecc.) ma presentano un'**assoluta novità**: il concetto di **campo**. Nella meccanica classica i **punti materiali interagiscono fra loro in modo istantaneo**. Questo significa che un **cambiamento di posizione** di un punto materiale si ripercuote su tutti gli

altri in modo istantaneo. Nella **teoria di Maxwell**, invece, un **cambiamento di posizione** di una carica elettrica **si ripercuote** sulle altre **dopo un certo tempo**. In altre parole, l'"informazione" che una carica si è spostata, "arriva" alle altre cariche dopo un certo tempo, non in maniera istantanea. "**Qualcosa**" è partito dalla carica che si è mossa e,

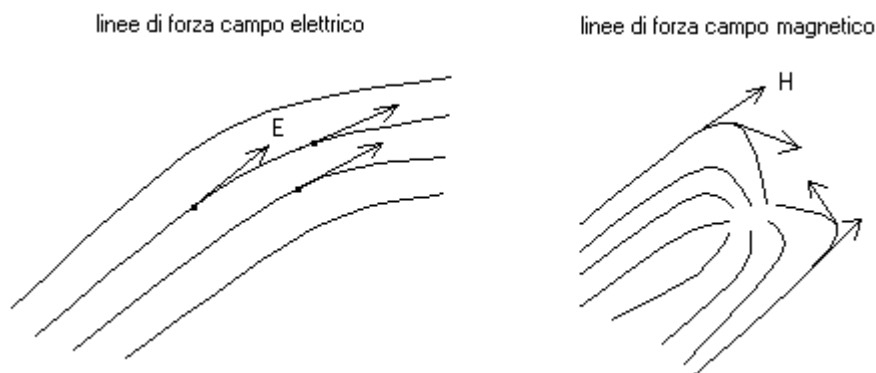
viaggiando nello spazio, ha raggiunto dopo un certo tempo le altre cariche. Questo "qualcosa" è il **campo elettromagnetico** che, attraverso le *onde elettromagnetiche*, si è propagato nello spazio ed ha raggiunto le altre cariche.

Il campo elettromagnetico si propaga nello spazio in forma di **onde** che viaggiano alla **velocità della luce** (la luce è appunto una forma di radiazione elettromagnetica, quella che siamo in grado di "vedere") che vale  $c = 300,000 \text{ km/s}$  circa.



Nel grafico, una carica elettrica  $Q$  oscillando genera un campo elettromagnetico che raggiunge il punto  $P$  dopo un certo tempo dovuto alla velocità di propagazione del medesimo (onda elettromagnetica) pari a  $c$  (nel vuoto).

Questo fatto è alla base del funzionamento di **radio**, **tv**, **telefoni cellulari** e **radar**. Il campo elettromagnetico è **descritto matematicamente da due vettori**: il vettore **E**, detto **vettore campo elettrico**, ed il vettore **H**, detto **vettore campo magnetico**. I vettori **E** ed **H** si "**dispongono**" poi lungo le cosiddette **linee di forza** ponendosi in ogni punto **tangenti** ad esse.



Le 4 equazioni di Maxwell descrivono i fenomeni elettromagnetici esprimendo le **relazioni matematiche** che intercorrono fra i vettori **E** ed **H**.

*Ulteriori considerazioni matematiche permisero a Maxwell di ipotizzare l'esistenza delle onde elettromagnetiche che solo successivamente furono verificate sperimentalmente da Hertz.*

## Onde elettromagnetiche

**S**perimentate in laboratorio da Hertz e utilizzate nella Radio da Marconi nel 1895, sono costituite da oscillazioni, del campo elettrico e del campo magnetico, che si propagano nel vuoto alla velocità di circa:

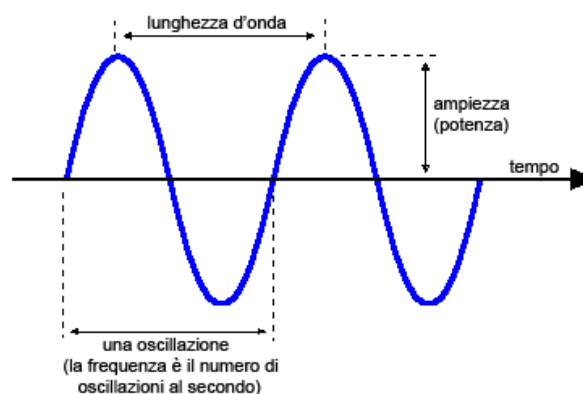
$$c = 300.000 \text{ Km/sec}$$

Le **onde elettromagnetiche** sono classificabili a seconda delle loro caratteristiche e del loro impiego nei vari campi della tecnica, in base alla lunghezza d'onda od anche alla frequenza, in quanto queste grandezze sono legate fra loro dalla seguente espressione:

$$c = l \cdot f$$

dove:

- $c = 3 \cdot 10^8$  velocità della luce nel vuoto (metri/sec)
- $l$  = lunghezza d'onda (metri)
- $f$  = frequenza (Hertz =  $\text{sec}^{-1}$ )



La luce fa parte delle onde elettromagnetiche.

Qualunque tipo di onda, ad esempio quella sonora, quella elastica di una molla, o quella generata da una pietra che cade in uno stagno, od anche l'onda sismica di un terremoto, è

sempre costituita dall'alternanza di due tipi diversi di energia, che nel caso dell'onda elettromagnetica sono quella elettrica e quella magnetica, come indicato nella figura di sopra.

Le onde possono essere, in generale, però di due tipi diversi: longitudinali o trasversali a seconda che l'oscillazione avvenga nella stessa direzione della propagazione o in una direzione ad essa perpendicolare.

Le onde sonore, ad esempio sono longitudinali, quelle elettromagnetiche sono trasversali, quelle sismiche sono dei due tipi: quelle primarie, dette così perché arrivano prima, sono longitudinali, quelle secondarie, trasversali.

Le oscillazioni del campo elettrico e di quello magnetico avvengono dunque perpendicolarmente alla direzione di propagazione, e i due campi sono inoltre ortogonali tra loro, come indicato nella figura di sopra.

Bisogna distinguere subito due circostanze totalmente diverse:

- Propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto al di là dell'**atmosfera terrestre**.
- Propagazione delle onde elettromagnetiche all'interno dell'**atmosfera terrestre**.

Nel **vuoto interplanetario** o intergalattico, quindi lontano dall'atmosfera terrestre, da corpi materiali e da ostacoli il comportamento delle onde elettromagnetiche è assolutamente indipendente dalla frequenza e quindi dalla lunghezza d'onda.

In questo ambiente astrale, le onde elettromagnetiche si muovono tutte e sempre in linea retta e si propagano tutte alla stessa velocità:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$$

che è una costante universale, di ciò si tiene conto nello studio dell'astronomia e, soprattutto, della radioastronomia.

Viceversa, **entro l'atmosfera terrestre**, poiché è presente l'aria, la propagazione delle onde elettromagnetiche è soggetta a fenomeni come l'**attenuazione**, **riflessione**, **rifrazione**, **diffrazione** e la **diffusione**.